



HAL
open science

Projet INSENSÉ : “ Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse ”

Laurent Augusto, Noémie Pousse, David Achat, Félix Brédoire, Thomas Bronner, Samuel Durante, Bernard Jabiol, Arnaud Legout, Joseph Levillain, Alain Remy, et al.

► To cite this version:

Laurent Augusto, Noémie Pousse, David Achat, Félix Brédoire, Thomas Bronner, et al.. Projet INSENSÉ : “ Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers soumis à une récolte accrue de biomasse ”. Comment préserver les sols forestiers dans un contexte de récolte accrue de bois?, Jun 2018, Paris, France. hal-03193840

HAL Id: hal-03193840

<https://hal.inrae.fr/hal-03193840v1>

Submitted on 9 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**Projet INSENSÉ:
« Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers
soumis à une récolte accrue de biomasse »
2014-2017**



**Appel à projets ADEME-
REACTIF 2013**

L. Augusto & N. Pousse coord.

D. Achat, F. Brédoire, T. Bronner, S. Durante, B. Jabiol, A. Legout, J. Levillain, A. Remy, I. Seynave



Enjeux : La récolte des rémanents forestiers (bois de petit diamètre et de feuillage particulièrement riches en éléments minéraux) a des effets négatifs avérés mais non systématiques (projet RESOBIO, 2012-2013).



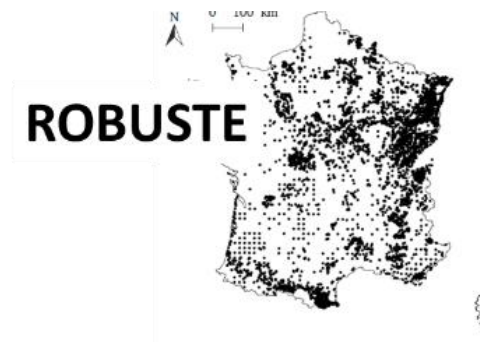
Enjeu scientifique : modéliser la sensibilité des écosystèmes forestiers à la récolte intensive de biomasse.

Enjeu opérationnel : proposer aux gestionnaires des indicateurs de sensibilité, à la fois fiables et simples.

Objectif général du projet : mobiliser des bases de données concernant les écosystèmes forestiers en vue de définir des indicateurs simples et peu coûteux de sensibilité à une récolte accrue de bois

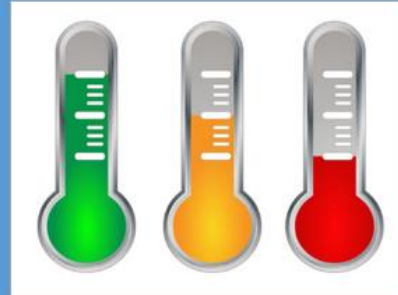


PAS CHER



ROBUSTE

un indicateur INSENSÉ est un compromis



CONFORTABLE



TOUT-TERRAIN

1. rechercher dans la littérature les variables discriminants les impacts suite à un export de minéraux donné (variables « analytique») et les différentes méthodes de classification des risques (« systèmes experts ») existants dans d'autres pays forestiers (moyen : post-doctorant, 1an)



Indicateur	Nature indicateur ^a	Variable réponse étudiée	Cas de sensibilité (informations quantitatives)	
			Seuil indicateur	Gammes indicateur
Indicateur de productivité du site : indice de qualité du site (hauteur en mètres à 100 ans)	C	Perte de croissance après 2 éclaircies	< 32 †	28-34
Indicateur de productivité du site : indice de qualité du site (hauteur en mètres à 50 ans)	C	Quantité de nutriments exportées lors de récoltes "arbre entier"	≥ 15 (faible densité), ≥ 12 (densité moyenne à élevée)	9-18 15-24
Indicateur de productivité du site : accroissement annuel de la biomasse de troncs avant récolte	C	Perte de croissance après coupe rase	≥ 18 (moyen)	
Indicateur de productivité du site : accroissement annuel en volume de troncs	C	Perte de croissance après 2 éclaircies	< 3.9 †	



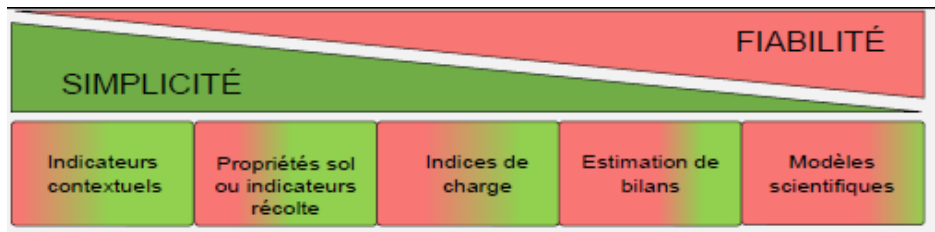
Liste d'indicateurs (extrait) : **aucune propriété du sol ou ensemble de propriétés ne ressort comme expliquant l'intensité des impacts suite à une récolte de rémanents de manière systématique, pour tous les contextes**

! le phosphore peut être un élément important

Biogeochemistry (2016) 127:255–272
DOI 10.1007/s10533-015-0178-0

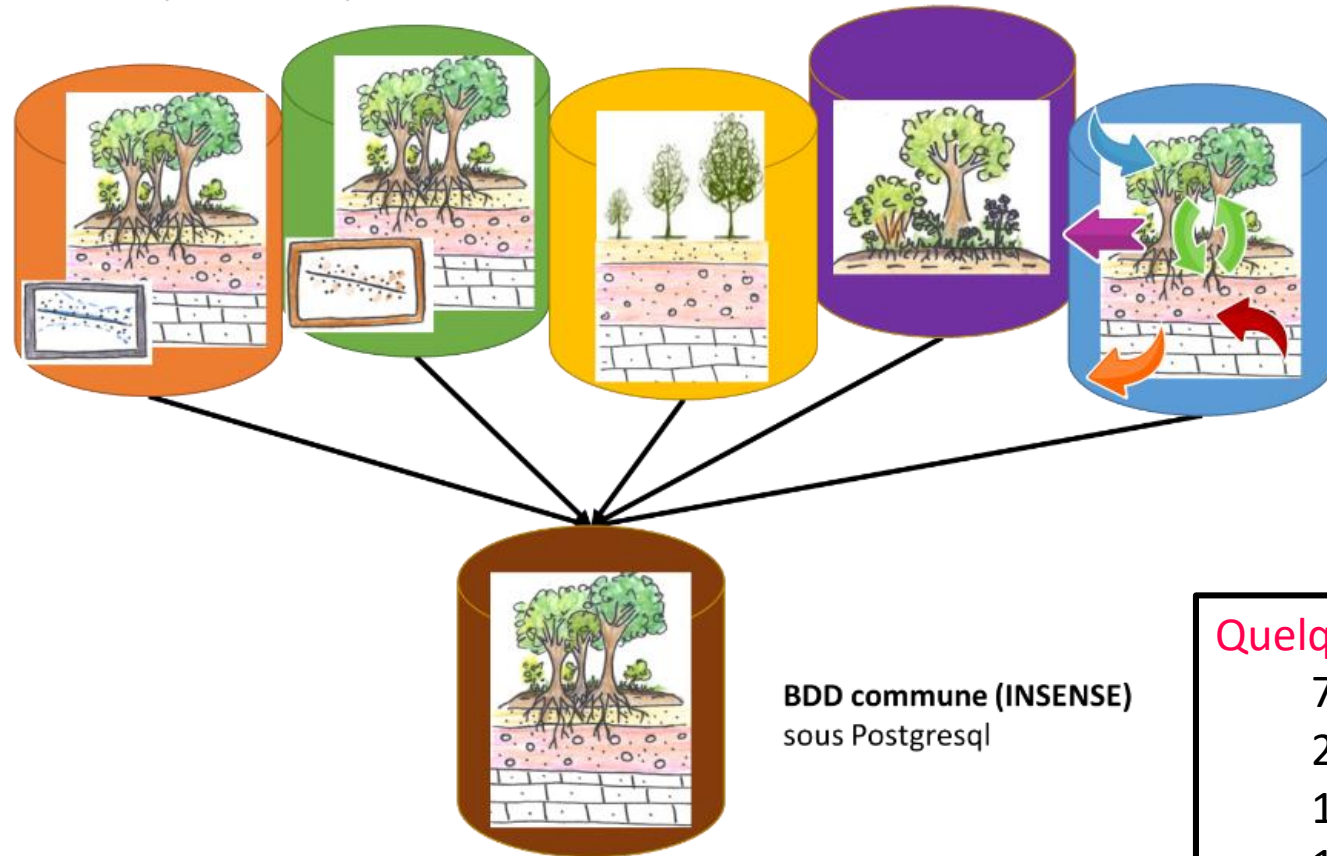
Soil properties controlling inorganic phosphorus availability: general results from a national forest network and a global compilation of the literature

David Ludovick Achat · Noémie Pousse · Manuel Nicolas · Félix Brédoire · Laurent Augusto



2. mettre en commun des données descriptives et analytiques d'écosystèmes forestiers à l'échelle nationale et locale (moyen : analyste programmeur, 1an)

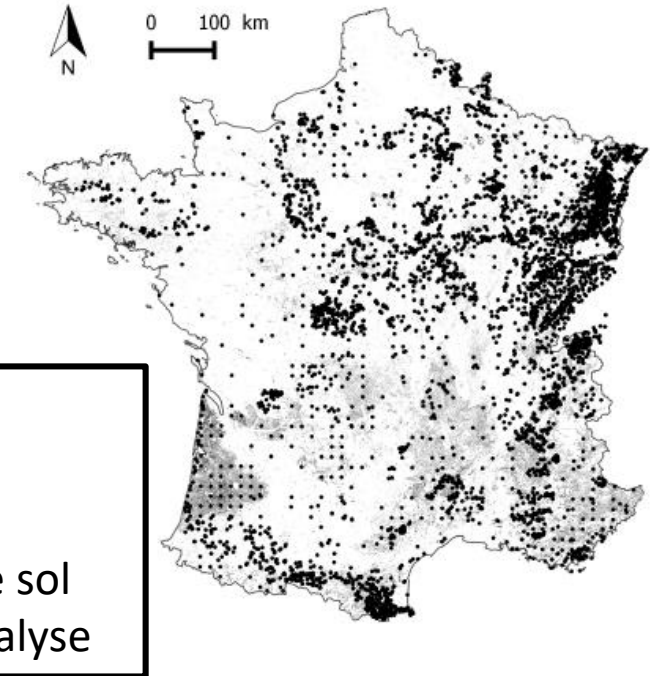
Sources de données « SOL » : RENECOFOR, BIOSOIL, COOP eco Douglas, COOP eco Chêne, ECOPLANT, sites ateliers, MOS



BDD commune (INSENSE)
sous Postgresql

Quelques chiffres

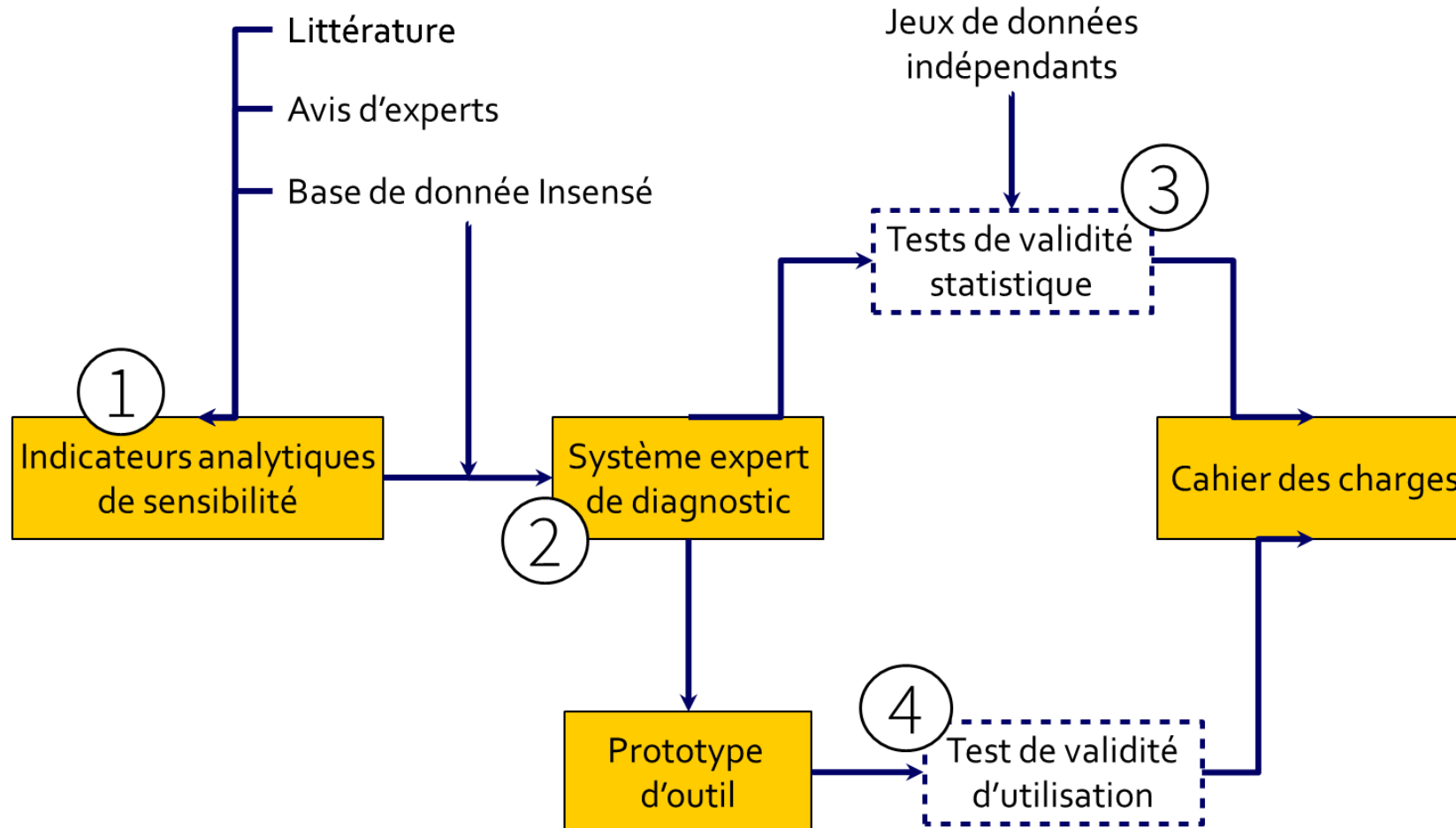
7 200 profils
23 400 horizons
13 000 échantillons de sol
165 000 résultats d'analyse



3. Analyser les déterminants de la fertilité des écosystèmes forestiers telle qu'indiquée par le peuplement (moyen : post-doctorant, 1an)

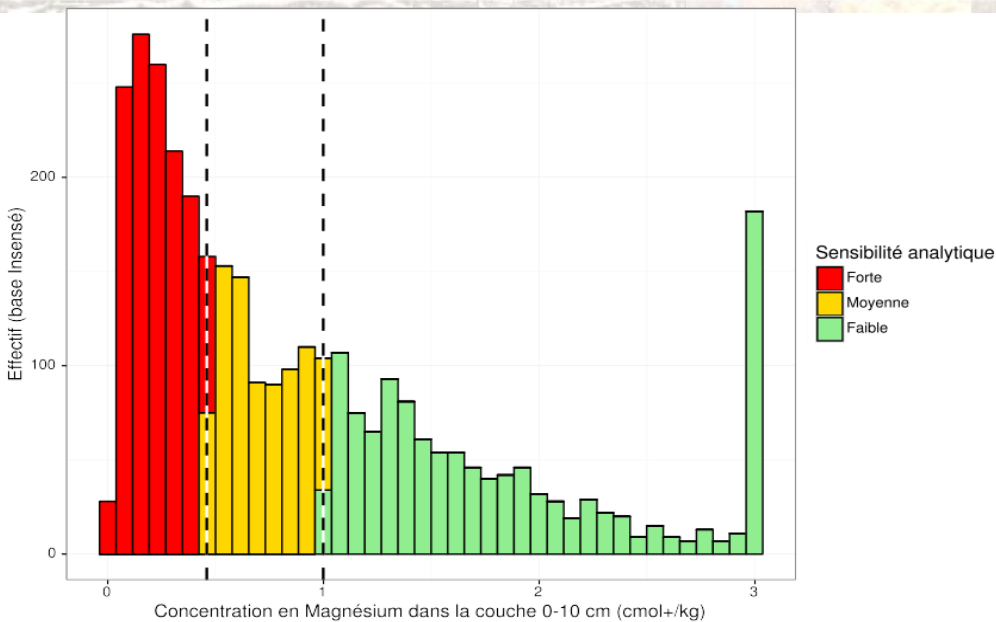
	Topographie & Climat					Propriétés physiques sol				Propriétés chimiques sol												
	Altitude	T _{moy an}	P _{moy an}	P-ETP ₆₇₈	DE ₆₇₈	Profondeur	Arg.	Lim.	Densité app.	RU	pH _{eau}	C:N	C _{tot}	N _{tot}	P _{tot}	P _{diff}	Ca _{ech}	Mg _{ech}	K _{ech}	Al _{ech}	H _{ech}	S:T
Effet par strate des variables de la tranche 0-10cm																						
Strates	Generalist _{pH<5.5}	-	+	-																		
	Generalist _{pH>5.5}	-				+					-	-	-	-		+	-				+	
	Mediterranean _{pH<5.5}	-				+	+				-					-					+	
	Mediterranean _{pH>5.5}	-				+						-										
	Mountain _{pH<5.5}	-	+						+		-		-	-								-
	Mountain _{pH>5.5}	-				+	-															
	Temperate Lowland _{pH<5.5}	-				+					-				+		+	-	-	-		
	Temperate Lowland _{pH>5.5}		-					+		+	-	-	-	-								
Effet moyen des variables de la tranche 0-10cm																						
	-	+				+	-			-	-	-	-			-	-	-			-	
Effet attendu / littérature																						
	oui	oui				oui	non			non	oui	~	~			non	non	non			non	

4. Définition et simplification d'un indicateur de la prépondérance des cycles biologiques dans la nutrition des écosystèmes forestiers et test de l'application de ces relations à l'échelle locale (moyen : stage M2)



1

Indicateurs analytiques de sensibilité



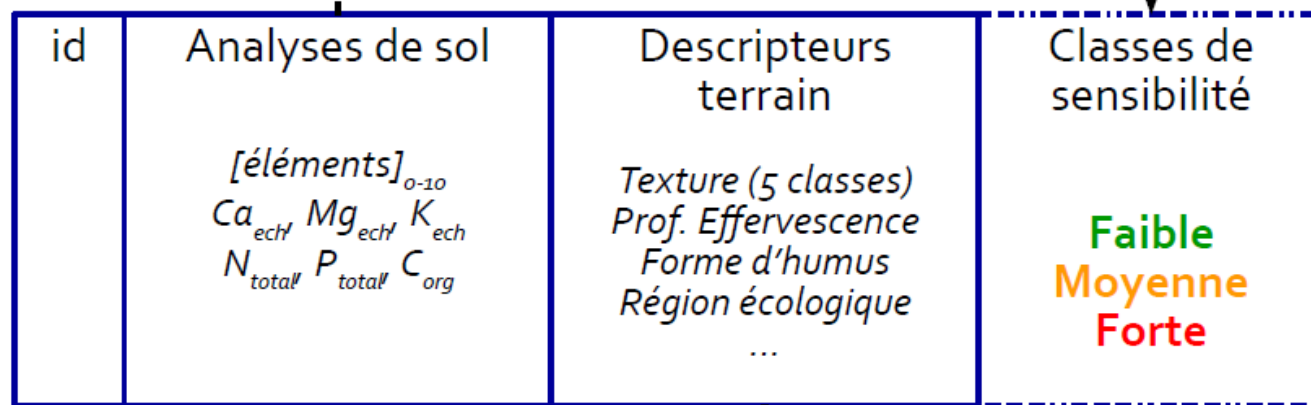
Biosoil 2006/2007 - Répartition des analyses de sols en-dessous du seuil de pauvreté :

- Ca éch= 33%
- Mg éch = 33%
- K éch = 45%
- P tot = 35%
- N tot = 15%

2

Système expert de diagnostic (terrain)

1. Sensibilité analytique pour chaque profil et chaque élément



Base de donnée Insensé :
+ de 7000 profils

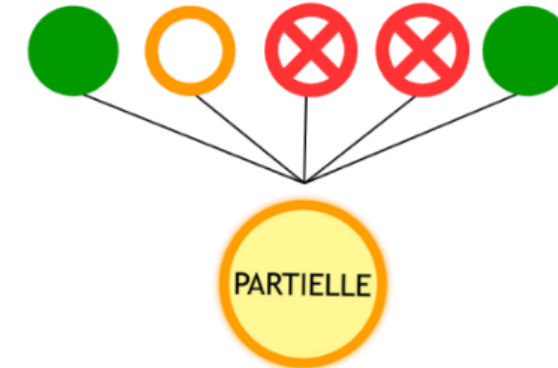
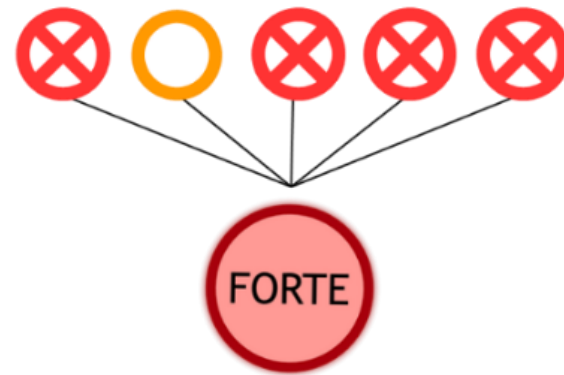
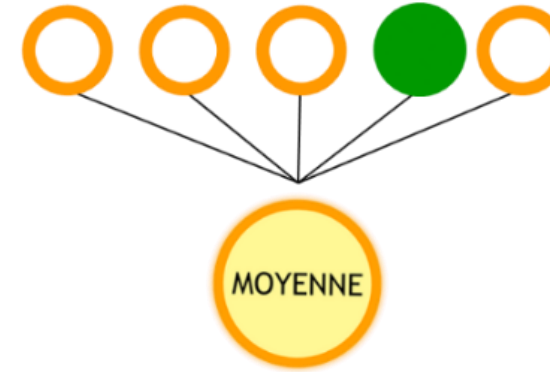
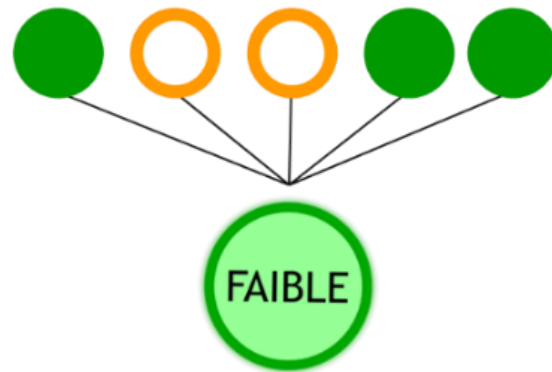
2. Prédiction de la sensibilité grâce aux descripteurs
Sélection de variables + statistiques

1^{er} niveau d'erreur

2

Système expert de diagnostic

Besoin de combiner les sensibilités prédites par éléments nutritifs (○ = Ca, Mg, K, P et N) : simplification nécessaire pour être compatible avec les recommandations

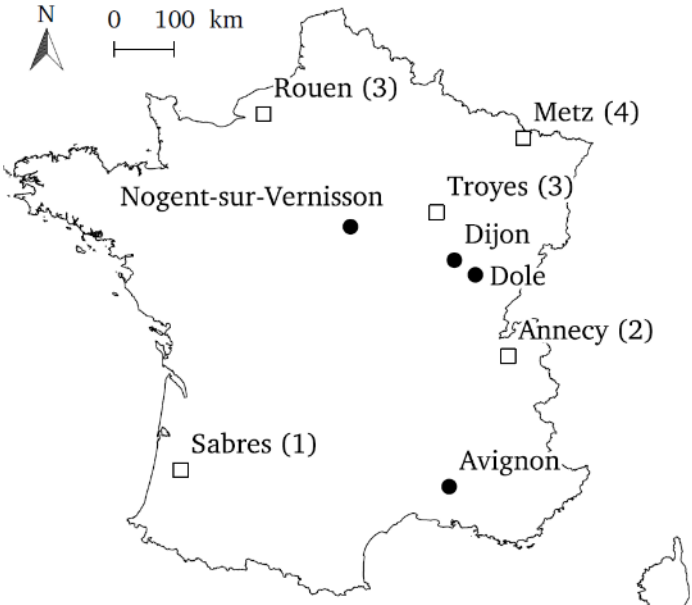


2^{eme} niveau d'erreur

Prototype d'outil

4

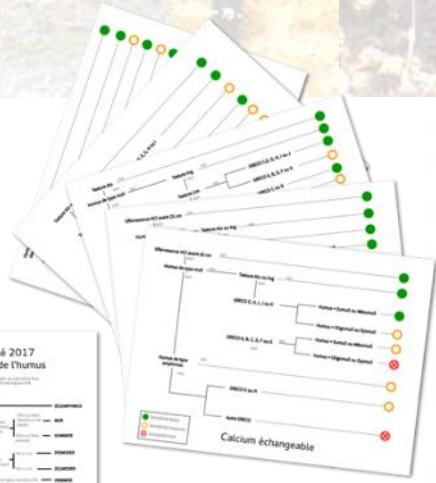
Test de validité d'utilisation



Fiche de relevé - projet Insensé 2017

1	Ref. Station	A	Profil Pentes	B	Indice d'alignement
2	Ref. Station	C	Profil Pentes	D	Indice d'alignement
3	Ref. Station	E	Profil Pentes	F	Indice d'alignement
4	Ref. Station	G	Profil Pentes	H	Indice d'alignement

+



Détermination de la texture (5 classes) - projet Insensé 2017

1	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe
2	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe
3	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe
4	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe
5	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe



Outil papier



Saisie sur le terrain

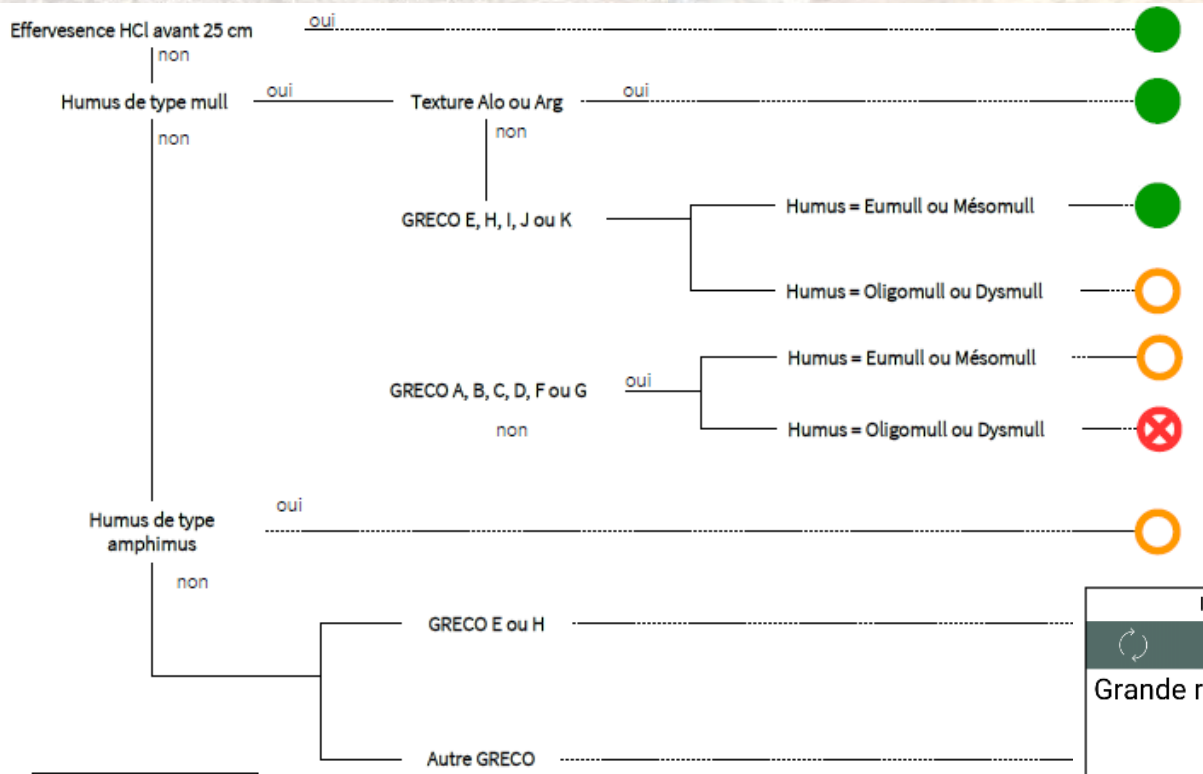
Package R + interface web



1. Objectifs et Contexte

2. Etapes et Résultats

3. Système d'indication



- Sensibilité faible
- Sensibilité moyenne
- ⊗ Sensibilité forte

Calcium échangeable

INSENSÉ v2.5

Saisie

Grande région écologique

C

Forme d'humus

Mésomull

Texture à 10 cm

Argileuse

Effervescence à HCl

avant 25 cm de profondeur

Profondeur prospectable

supérieure à 25 cm

INSENSÉ v2.5

Retour Résultats

Région écologique : C

Forme d'humus : Mésomull

Texture à 10 cm : Argileuse

Profondeur d'effervescence > 25 cm

Profondeur prospectable > 25 cm

Sensibilité du sol

FAIBLE

Masquer le détail par élément

Calcium : faible

Magnésium : faible

Potassium : faible

Phosphore : faible

Azote : faible

INSENSÉ v2.5

Retour Résultats

Région écologique : C

Forme d'humus : Mésomull

Texture à 10 cm : Limoneuse

Profondeur d'effervescence > 25 cm

Profondeur prospectable > 25 cm

Sensibilité du sol

MOYENNE

Masquer le détail par élément

Calcium : moyenne

Magnésium : moyenne

Potassium : faible

Phosphore : faible

Azote : moyenne

INSENSÉ v2.5

Retour Résultats

Région écologique : C

Forme d'humus : Eumoder

Texture à 10 cm : Equilibrée

Profondeur d'effervescence > 25 cm

Profondeur prospectable > 25 cm

Sensibilité du sol

FORTE

Masquer le détail par élément

Calcium : forte

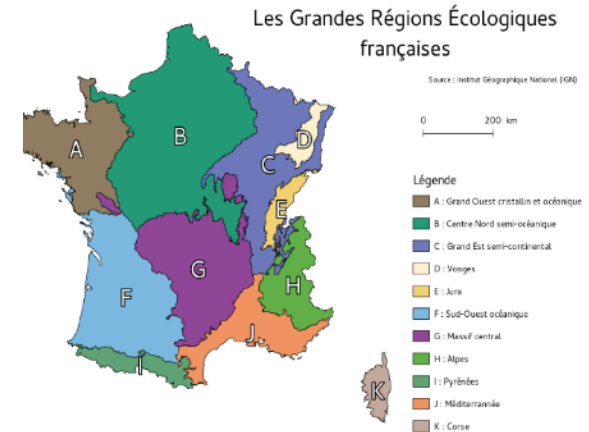
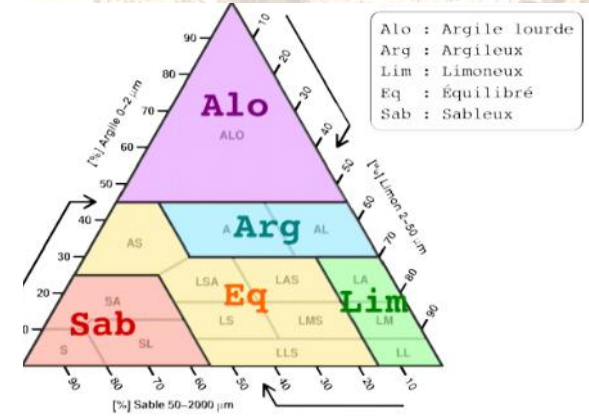
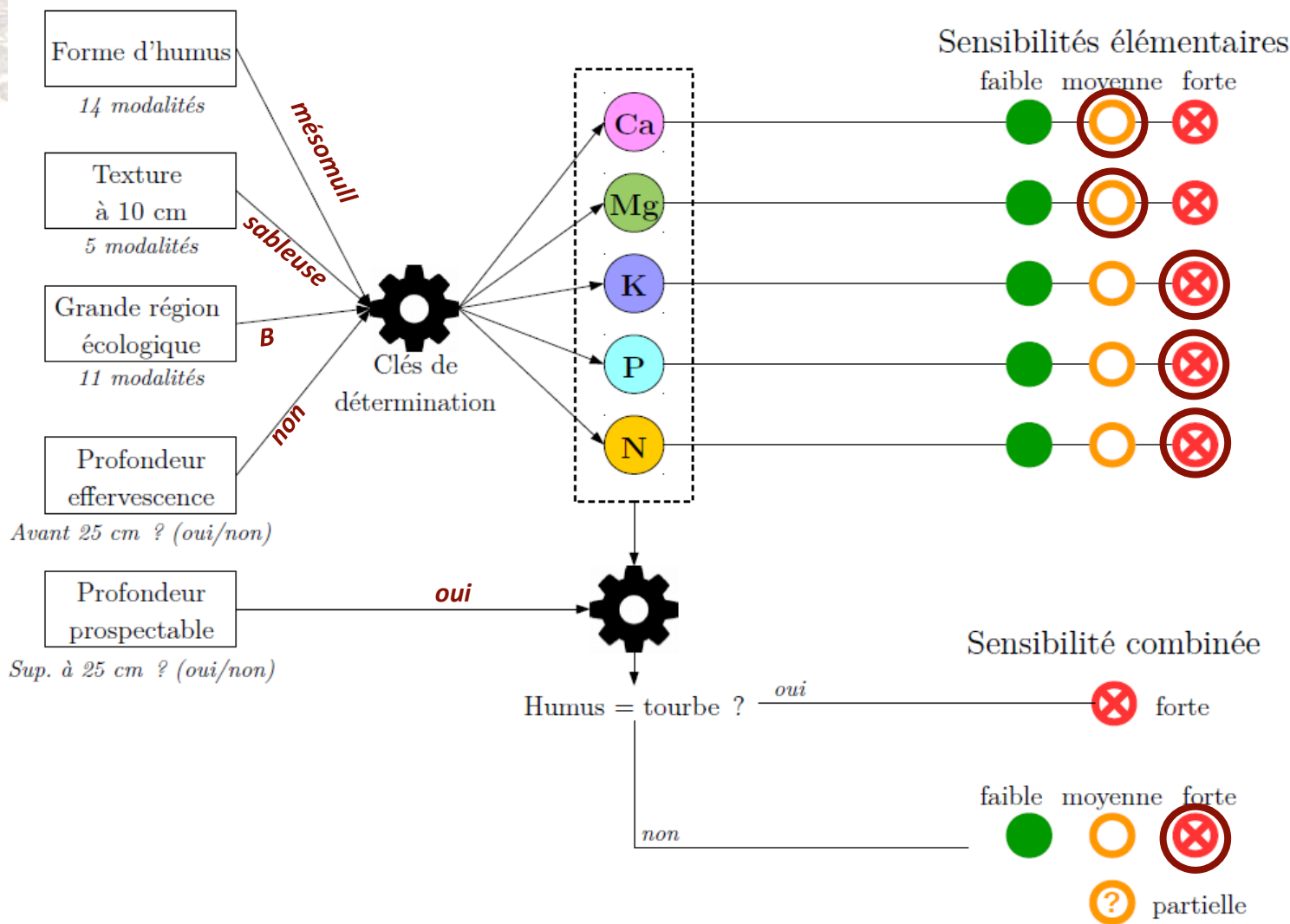
Magnésium : forte

Potassium : forte

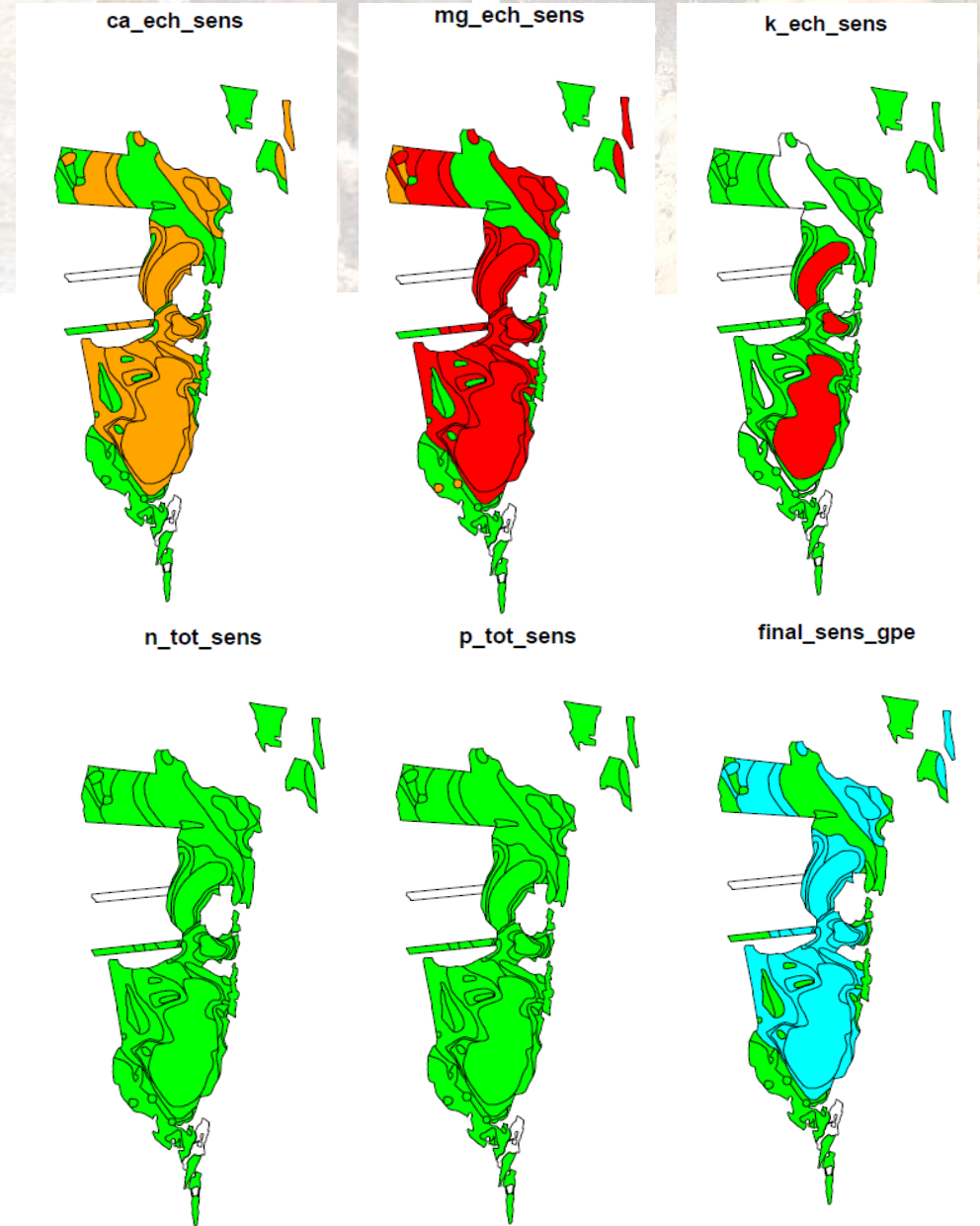
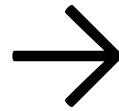
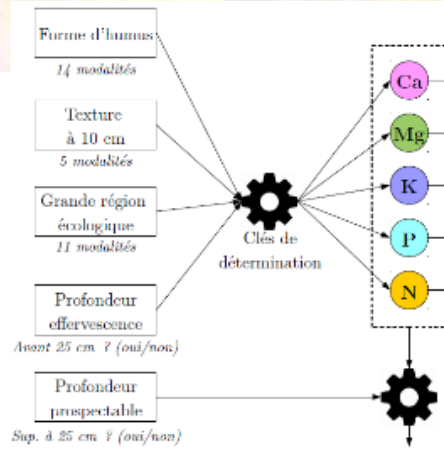
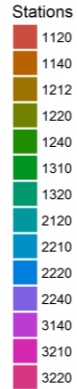
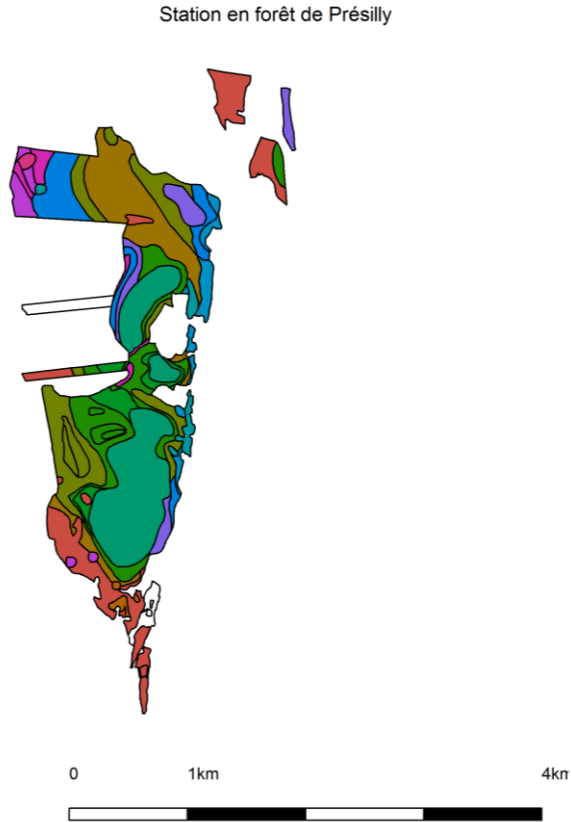
Phosphore : moyenne

Azote : moyenne

Exemple de relevé local :



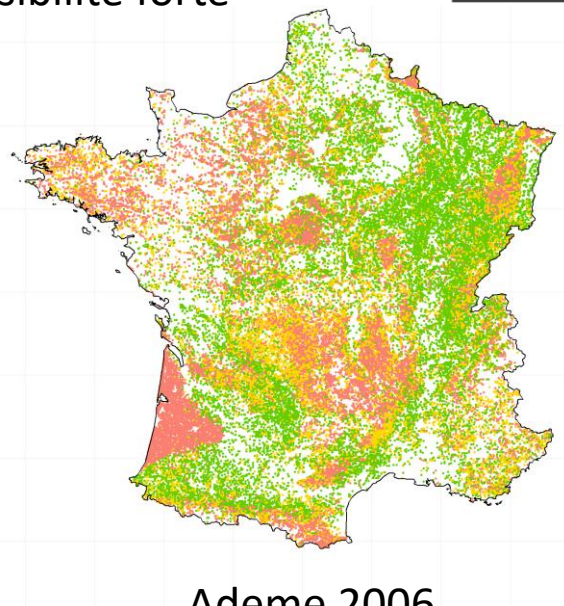
Exemple d'utilisation avec une carte des stations:



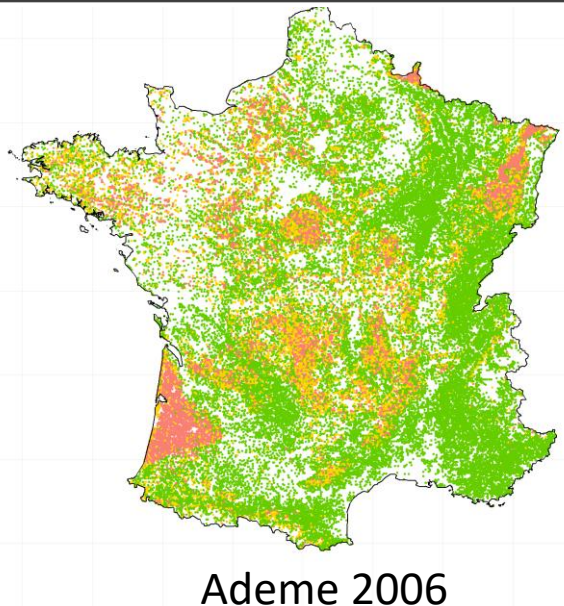
	sensibilité des sols à un export supplémentaire de biomasse			
	faible	moyenne partielle	moyenne	forte
outil de diagnostic INSENSÉ	0.30	0.24	0.23	0.23
guide ADEME 2006 avec les formes d'humus	0.39	0.30		0.31
guide ADEME 2006 avec le pH bioindiqué	0.65	0.20		0.15
<hr/>				
BioSoil (représentatif des forêts françaises, sensibilité calculée à partir des analyses chimiques de sol)	0.27	0.24	0.22	0.27



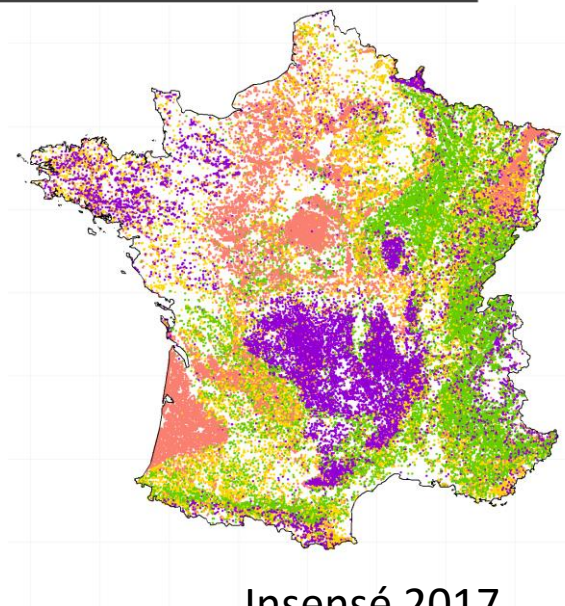
- sensibilité faible
- sensibilité moyenne
- sensibilité partielle
- sensibilité forte



Ademe 2006
forme d'humus



Ademe 2006
pH bioindiqué



Insensé 2017

Gains par rapport au guide ADEME 2006

- ▶ Pas de révolution, mais approche complémentaire
Diagnostic par région, effet texture mieux pris en compte et prise en compte de la profondeur de sol
- ▶ La forme d'humus est une variable très importante
Confirmation des conclusions des experts en 2006
Nécessité de former
- ▶ Amélioration de la fiabilité
Peu de faux positifs et faux négatifs (1% contre 7%, sur un jeu de données comportant une majorité de sols peu sensibles)

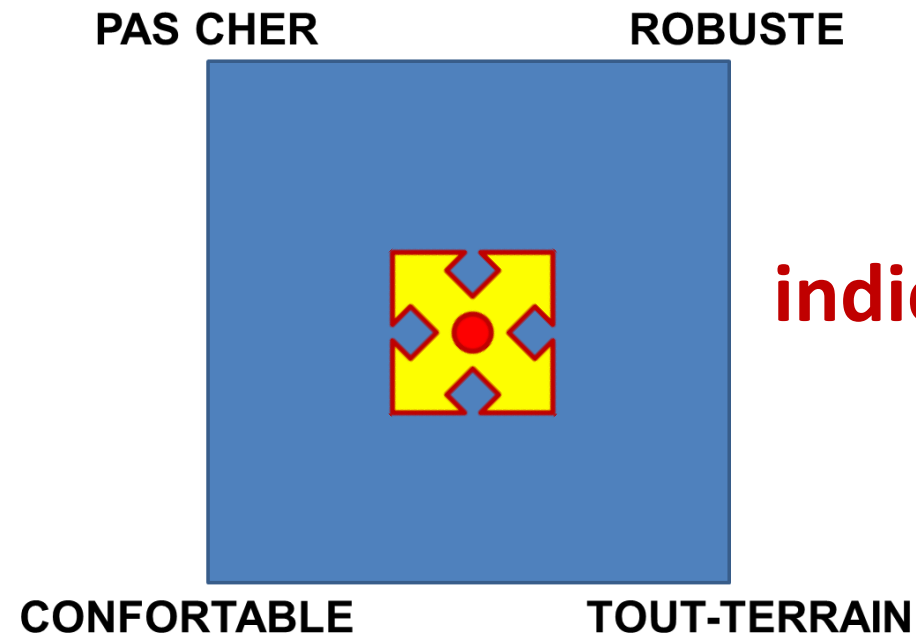
► **Cahier des charges :**

Robuste : oui, raisonnablement, sous réserve d'une validation correcte ; parfois manque de données

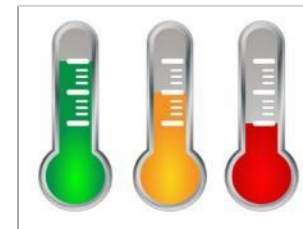
Confortable : oui (application, package R)

Tout-terrain : oui (clés ; application)

Pas cher : oui (creuser à moins de 25 cm, rapide)



indicateur INSENSÉ





**Projet INSENSÉ:
« Indicateurs de sensibilité des écosystèmes forestiers
soumis à une récolte accrue de biomasse »
2014-2017**

Merci pour votre attention